

Biodiesel de Segunda Geração¹

Rafaela Koglin Bastos², Elisandro Pires Frigo³, Rayssa Fernanda dos Santos⁴, Daiana Gotardo Martinez², Macarius Cesar di Lauro Moreira² Helton José Alves³

¹Aceito para publicação no 1º Trimestre de 2015

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, PPGEA – Programa de Pós graduação em Energia na Agricultura – Nível Mestrado, Cascavel- PR, Brasil, rafabastos.ufpr@gmail.com; daiana.gmartinez@yahoo.com.br; macariusbiologia@hotmail.com

³ Professores Adjuntos da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina, Brasil, epfrigo@gmail.com helquimica@gmail.com.

⁴Acadêmica do curso Agronomia na Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina, Brasil, rayssaagro@gmail.com.

Resumo

A necessidade da incorporação em massa dos biocombustíveis na matriz energética mundial é evidente, uma vez que os combustíveis fósseis são fonte de energia esgotável que causam incontáveis danos ao meio ambiente. Hoje, a principal fonte de matéria-prima para a produção do biodiesel (substituto ao diesel) é o óleo de soja, no entanto, seu uso em massa para esse fim poderia acarretar em uma disputa por terras uma vez que este é bastante solicitado pela indústria alimentícia. Analisando este contexto, a solução seria a descoberta de matérias-primas alternativas e de baixo custo para a produção desse biocombustível. Por meio da análise de literaturas técnico-científicas verificou-se a existência da utilização de algas na produção de biodiesel de segunda geração, técnica esta recente que com avanços em pesquisas poderá potencializar a produção de biodiesel.

Palavra Chave: Biocombustíveis, matéria-prima, algas.

Biodiesel Second Generation

Abstract

The need to incorporate mass of biofuels in the global energetic matrix is evident, since fossil fuels are exhaustible energy source causing untold damage to the environment. Today, the main source of raw material for the production of biodiesel (diesel substitute) is soybean oil, however, its use in mass for this purpose could result in a dispute over land since this is a strong demand for food industry. Analyzing this context, the solution would be the discovery of alternative raw materials and low cost for the production of biofuel. Through the analysis of technical and scientific literature verified the existence of the use of algae in the second generation biodiesel production, this new technique that with advances in research may enhance the production of biodiesel.

Keyword: Biofuels, raw material, algae.

Introdução

O diesel é um combustível fóssil, muito poluente e rico em compostos como o enxofre, além do crescente aumento do seu preço, é amplamente consumido no Brasil, uma vez que é o principal combustível de ônibus e caminhões e a principal rede de distribuição e transporte no Brasil é a malha rodoviária. Desta forma a sociedade necessita de uma alternativa ao diesel e neste cenário, vários grupos de pesquisas no Brasil e no mundo desenvolveram o biodiesel. Segundo Pereira et. al. (2012), é um bicombustível, “produzido a partir de biomassas renováveis, pela transesterificação de triglicérides com alcoóis de cadeia curta, produzindo ésteres monoalquílicos de ácidos graxos de cadeia longa”, sendo menos poluente, renovável e passível de blend com o diesel em qualquer proporção.

Segundo Antunes e Silva (2011) o uso dos bicombustíveis gera vantagens político econômicas além das vantagens ambientais, desta forma tornando as nações menos dependentes de combustíveis derivados do petróleo e das nações extratoras deles, além da eminência de esgotamentos destes, o Dióxido de Carbono (CO₂), liberado na atmosfera por

meio destes derivados do petróleo aumenta sua densidade na atmosfera conseqüentemente agravando o efeito estufa, uma vez que estes carbonos não estavam participando do ciclo do carbono na atmosfera atualmente, com isso os bicomcombustíveis produzidos por meio da matéria orgânica ou seja, são produzidos a partir da biomassa onde os carbonos constituintes do biodiesel, estão presentes no ciclo atual deste nutriente, sendo posteriormente consumidos pelas plantas e algas do planeta, desta forma não desequilibrando seu balanço natural (SEE ALGAE TECHNOLOGY, 2013).

Com o crescente aumento populacional no mundo e principalmente em regiões com um potencial agrícola menor, a competição por áreas cultiváveis e alimentação são os grandes entraves para o desenvolvimento dos bicomcombustíveis, surgindo então uma tecnologia de produção destes combustíveis, onde estas competições não existem, estas novas formas de obtenção são denominadas bicomcombustíveis de segunda geração (TAHER 2013). Neste cenário, algas unicelulares ganham espaço, pois, não competem em nada com áreas agrícolas ou com a alimentação humana, além de serem os microorganismos mais eficientes no processo de fotossíntese, o potencial produtivo das microalgas para o Biodiesel, pode chegar a ser 20 vezes superior em comparação as espécies oleaginosas, podem ser cultivadas em condições adversas, como (regiões desérticas; águas degradadas, salinas ou salobras, entre outras) (BENEMANN, 1997; CHISTI, 2007; AHMAD *et al.*, 2011; FENG, LI e ZHANG, 2011). Ao término do processo de extração do óleo os resíduos culturais podem ser usados na produção de bioetanol, metano ou biofertilizantes, por possuir elevadas taxas de nitrogênio/fósforo. (SINGH e GU, 2010; MATA, MARTINS e CAETANO, 2010). Porém a limitações e gargalos a serem superados como a melhoria dos processos de cultivo, formas mais eficientes de isolamento do óleo, além do auto custo dos meios nutritivos para o cultivo destas, elevando desta forma seu custo final (TAHER 2013).

Frente a necessidade de incorporação de biocomcombustíveis, como o biodiesel, provenientes de matérias – primas alternativas, de menor custo, na matriz energética nacional, esta revisão de literatura tem como objetivo trazer definições do que esses biocomcombustíveis de segunda geração e suas principais rotas de obtenção.

Primeira e Segunda Geração de combustíveis

Na literatura não se encontra definições exatas para classificação de combustíveis quanto à sua geração (primeira, segunda ou terceira); existem diferentes abordagens escritas por autores com posicionamentos distintos.

Para Goldenberg (2007), segunda geração para produção de combustíveis usa de tecnologias diferentes para o produzir quando comparadas com a forma clássica e secular de realizá-los.

É considerado biocombustível de segunda geração o bioetanol e o biodiesel produzido a partir de diferentes fontes de biomassa vegetal, dando-se preferência para matérias-primas que não são utilizadas na alimentação humana (DAMASCENO, 2012). De acordo com essa última definição, pode-se deduzir então que aqueles óleos vegetais que são altamente tóxicos e não podem ser consumidos na forma de alimentos, também poderiam produzir o biodiesel de segunda geração, como por exemplo o óleo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.).

Biodiesel

O biodiesel é definido pela American Society for Testing Materials (ASTM) como um “combustível líquido sintético, originário de matéria-prima renovável e constituída pela mistura de ésteres alquílicos de ácidos graxos de cadeias longas, derivados de óleos vegetais ou gorduras animais”. Também pode ser definido como “derivado de biomassa renovável que pode substituir, parcial ou totalmente, combustíveis de origem fóssil em motores a combustão interna ou de acordo com a definição para biodiesel (GARCILASSO et al., 2012).

Boa parte das matérias-primas vegetais empregadas para a produção do biodiesel são oriundas de óleos vegetais como mamona, soja, colza (canola), girassol, palma, já as de origem animal, são provenientes do sebo suíno, bovino e de aves (GARCILASSO et al., 2012).

De acordo com a ANP (2012) no Brasil, o óleo de soja representou 77,35% da matéria-prima utilizada para produzir biodiesel, seguido por 16,11% de gordura bovina e 3,66% de óleo de algodão.

Como abordado na Tabela 1 a produtividade da soja como matéria-prima na produção de biodiesel é muito baixa, assim, fica evidente que no processo de expansão de mercado é

completamente inviável a continuidade da utilização da soja. (SUAREZ et al., 2009; LEITE; LEAL, 2007; CHENG; TIMILSINA, 2010; SCHENK et al., 2008).

Tabela 1: Dados da Produtividade de Biodiesel empregando-se diferentes matérias primas

Matéria-prima	Produtividade (L.ha⁻¹)	Área necessária (M.ha⁻¹)
Milho	172	1540
Soja	446	594
Óleo de Palma	5950	45
Microalgas	136900	2

Fonte: SUAREZ et al., 2009.

A Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, determinou a adição de biodiesel ao diesel mineral consumido no país. Segundo o governo federal, essa estratégia tinha por objetivo promover o desenvolvimento regional, gerar emprego e renda no campo, além de reduzir a necessidade de importação de diesel. A partir da publicação da lei, até o ano de 2007, a mistura de 2% (B2) de biodiesel ao diesel mineral foi autorizada de forma voluntária. O período de obrigatoriedade da mistura B2 iniciou-se em janeiro de 2008, tendo de passar a 5% (B5) até 2013. No segundo semestre de 2008, o governo elevou a mistura para 3% (B3) e no segundo semestre de 2009 para 4% (B4). Embora a mistura B5 estava prevista inicialmente para vigorar em 2013 (GARCILASSO et al., 2012).

Com o aumento da adição do biodiesel no diesel para 7% em 2014, fica ainda mais evidente a incorporação de novas matérias-primas para produção desse biocombustível com o intuito de aumentar a produção para atender à demanda gerada e ainda reduzindo os riscos de um possível conflito do uso de terra entre as indústrias alimentícias e energéticas, o que poderá ocorrer com a soja, se esta ter que suprir sozinha a produção do adicional ao diesel. Ganhando destaque, o biodiesel de segunda geração, que não utiliza de matérias-primas oleaginosas ou gorduras animais destinadas a alimentação.

Biodiesel de segunda geração

Novas matérias-primas como fonte de biodiesel, já vem sendo utilizadas como exemplo pode-se citar as gorduras animais provenientes de granjas e matadouros

(MIRANDA; CARMO, 2008; SUAREZ et al., 2009). O presente destaque nas pesquisas está interligado com a produção de biocombustíveis por meio da lignocelulose que compõe os tecidos vegetais. Sendo comumente chamados de “biocombustíveis de segunda geração” que são fabricados por meio deste tipo de material facilmente encontrado em madeira, lixos orgânicos, bagaços, grama e resíduos da agricultura. Além disto, existem pesquisas visando o desenvolvimento de culturas de algas capazes de produzir biomassa que, quando processada de maneira adequada, pode fornecer alguns tipos de biocombustíveis (LOFRANO et. al.,2013).

Análises da energia de distintas fontes indicam que as matérias-primas de segunda geração têm alcançado valores consideráveis, com um máximo de 79,58%, dez pontos percentuais acima do resultado do biodiesel de óleo de palma, o que demonstra sua viabilidade. No caso do etanol produzido da cana de açúcar, a energia pode chegar a 100%, pois o bagaço é usado como fonte de energia na própria usina (ARRENDONDO; O. JUNIOR; BENJUMEA, 2011; CHENG; TIMILSINA, 2010; EISENTRAUT, 2010).

A produção de biocombustíveis por meio de microalgas é uma alternativa bastante promissora, pela sua alta produtividade quando comparada com matérias-primas tradicionais. Porém devido a falta de tecnologia para a utilização das microalgas em escala industrial a mesma é pouco utilizada no Brasil (LEITE; LEAL, 2007; CHENG; TIMILSINA, 2011). Além disto ainda existe uma enorme dificuldade em manter o meio de cultura estável. As microalgas são um caso particular, pois podem ofertar uma gama de compostos favoráveis à produção de biocombustíveis, principalmente o biodiesel (LOFRANO et. al.,2013). Estudos apontam inúmeros fatores positivos das microalgas como alta eficiência na produção de biocombustíveis, um crescimento bem rápido e baixo custo na produção de matéria-prima, já que necessitam apenas de luz solar (CHENG; TIMILSINA, 2010; SCHENK et al., 2008).

Biodiesel proveniente de algas

De acordo com estudo de Mendes e Costa (2010), já existem pesquisas que buscam a longo prazo desenvolver biodiesel a partir de algas, sendo considerada a nova fronteira do setor. A expectativa em relação a esse biodiesel é bastante grande, pois quando comparada com a soja e ao pinhão manso por exemplo sua produção por hectare é bastante superior.

Defanti (2010), afirma que com um hectare de algas pode-se produzir 237 mil litros de biocombustível; outros, mais contidos, informam que em uma superfície equivalente a um hectare semeado com alga pode-se produzir 100.000 litros de óleo. Sendo possível cultivá-las em água salgada ou doce em ambiente que disponha de calor e luz abundantes, é inegável que o Brasil possui condições ideais para a produção de microalgas, em especial na Região Nordeste.

A eficiência deste biocombustível vai depender do tipo de alga utilizada para a produção do óleo. Todo o processo de produção acontece em biorreatores fechados ou tanques abertos, com temperatura de 20°C a 30°C, todavia esta produção tem alto custo (CHENG; TIMILSINA, 2010; SCHENK et al., 2008).

A produção de biocombustíveis gera, como a maioria dos processos químicos, subprodutos, como a glicerina, obtida da produção de biodiesel. Estudos realizados mostram um imenso potencial desse subproduto como matéria-prima para a produção de celulose bacteriana, cuja aplicação no ramo da medicina tem avançado muito (LOFRANO et al., 2013). A utilização de glicerina para a produção de celulose bacteriana tem apresentado resultados satisfatórios (CARREIRA et al., 2011).

Segundo Defanti (2010), devido ao crescimento da demanda por biodiesel no Brasil, estimulada pela publicação da Lei nº 11.097 de 2005, que dispõe sobre a ingressão do biodiesel na matriz energética brasileira, com requisitos ambientais e territoriais favoráveis à produção de algas no país, têm-se condições apropriadas para o investimento em inovação, pesquisas e a instalação de novas plantas industriais para produção de biodiesel nas mais variadas regiões do Brasil. Cenário que pode tornar o país ainda mais atraente para os investidores interessados na produção de biocombustíveis, tanto para uso no mercado interno quanto para a exportação,

Modo de produção

De acordo com Gazzoni (2014), a produção de microalgas é muito mais fácil e barato que a de oleaginosas ou outra fonte matéria-prima na fabricação de biocombustíveis, uma vez que necessita apenas de CO₂, luz solar, e água em larga escala além de fósforo e nitrogênio,

em pequena escala. Apesar do cultivo de algas poder ocorrer em luz artificial, por razões de sustentabilidade o mesmo não é indicado.

A extração do óleo das algas é considerado uma reação química adicional, onde as algas podem ser plantadas em sistemas abertos ou fechados. Há diferentes modos de se extrair óleo das algas, dentre eles está a prensagem do óleo, que é considerado o mais popular e simples onde 75% do óleo das algas pode ser extraído por meio da prensagem (DEFANTI, 2010).

Pode-se citar ainda o método com solvente hexano e o método com fluidos supercríticos ambos quando utilizados paralelos a prensagem podem resultar em até 100% da extração de óleos.

Prós e Contras

Inúmeras vantagens estão englobadas na produção de biocombustíveis por meio de algas, pois o mesmo se trata de um material bastante eficiente que possuem boa rentabilidade na produção. Contudo apesar de aparentar ser ideal, de acordo com Defanti (2010), existem dezenas de contras apontados por pesquisadores destaca-se principalmente o modo de produção em lugar extremamente aberto e a falta de manutenção periódica nos reservatórios.

Segundo Newman (2010), outra problemática encontrada na produção de algas são as faltas de testes reais utilizando o biocombustíveis produzidos com algas. Algumas empresas multinacionais estão fazendo estudos periódicos a verificação da viabilidade da utilização desde biodiesel, contudo nenhuma estatística referente ao consumo ou tipos de emissão do mesmo foi publicada.

Pesquisas

Com o intuito de possibilitar um avanço no ramo dos biocombustíveis, diversas pesquisas têm sido realizadas. Merece destaque a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel – RBTB -, criada e implementada pelo Ministério Brasileiro de Ciência e Tecnologia com o intuito de articular agentes envolvidos nas pesquisas e desenvolvimento da produção de biodiesel. As principais pesquisas na área do biodiesel se dão no sentido de buscar novos catalizadores para a transesterificação. Estudos realizados nos últimos anos indicaram que as

atividades catalíticas dos complexos formados com chumbo e estanho são de grande auxílio na via de produção com alguns álcoois, como o etanol e metanol (SUAREZ; MENEGHETTI, 2007; ABREU et. al., 2004).

As microalgas se tornaram um dos centros das atenções no que se refere à questão de produção de biodiesel. A alta eficiência na obtenção de combustíveis através destes microrganismos e o baixo custo de produção relativo a alguns tipos de algas têm atraído os olhares de muitos pesquisadores. Elas são caracterizadas como autotróficas ou heterotróficas. Como subproduto da respiração das algas, tem-se a formação de óleos que podem ser utilizados para a produção, na maioria das vezes, do biodiesel. A eficiência deste biocombustível vai depender do tipo de alga utilizada para a produção do óleo. Todo esse processo pode acontecer em tanques abertos ou em sistemas denominados biorreatores fechados entre temperaturas de 20 a 30°C, mas um grande problema associado aos biorreatores é seu alto custo (CHENG; TIMILSINA, 2010; SCHENK et. al., 2008).

A produção de biocombustíveis gera, como a maioria dos processos químicos, subprodutos, como a glicerina, obtida da produção de biodiesel. Estudos realizados mostram um imenso potencial desse subproduto como matéria-prima para a produção de celulose bacteriana, cuja aplicação no ramo da medicina tem avançado muito. O uso de glicerina como fonte de nutrientes para a produção de celulose bacteriana tem apresentado resultados promissores (CARREIRA et. al., 2011).

Considerações finais

O desenvolvimento do biodiesel de segunda geração é extremamente importante no contexto energético, pois aumentaria a produção significativamente desse biocombustível, assegurando sua disponibilidade para o mercado nacional que já o utiliza em mistura ao diesel. Reduzindo assim as emissões de gases de efeito estufa.

No contexto atual onde o biodiesel é produzido principalmente de óleo de soja e este é utilizado fortemente para produção de alimentos, novas matérias-primas reduziriam os riscos de um possível conflito por terras.

Porém muito se tem que investir ainda até que isso venha a funcionar na prática, muitas pesquisas em novas formas de produção, aproveitamento da matéria-prima, qualidade,

que façam com que o produto final se torne competitivo no mercado e possa ser utilizado em grande escala competindo diretamente com outras combustíveis já difundidos, principalmente os fósseis.

Referências

AHMAD, A.L.; YASIN, N.H.M.; DEREK, C.J.C.; LIM, J.K. Microalgae as a sustainable energy source for biodiesel production: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, p. 584-593, 2011.

ANP – Agência Nacional do Petróleo. **Boletim Mensal de Biodiesel**. Rio de Janeiro, maio 2012. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=58491&m=&t1=&t2=&t3=>

&t4=&ar=&ps=&cachebust=1323218362828>. Acesso em: nov. 2014.

ANTUNES, R.; SILVA, C. I. O Papel dos microorganismos no futuro dos biocombustíveis. Novembro de 2011. Disponível em: <http://www.marcaspatentes.pt/files/collections/pt_PT/1/300/302/O%20Papel%20dos%20Microorganismos%20no%20futuro%20dos%20Biocombust%C3%ADveis.pdf>, acessado em novembro de 2014.

ARRENDONDO, H.I.V.; O. JUNIOR, S.; BENJUMEA, P.; **Exergy efficiency analysis of chemical and biochemical stages involved in liquid biofuels production processes**. *Energy*, São Paulo, 11, jun 2011. Departamento de Engenharia Mecânica – Escola Politécnica de São Paulo - Universidade de São Paulo.

CARREIRA P.; MENDES J. A. S.; TROVATTI E.; SERAFIM L. S.; FREIRE C. R. S.; SILVESTRE A. J. D.; **Utilization of residues from agro-forest industries in the production of high value bacterial cellulose**. *Bioresource Technology*, 29, abr 2011. Department of Chemistry University of Aveiro, Campus de Santiago.

CHENG, J. J.; TIMILSINA, J. R.; **Advanced Biofuel Technologies: Status and Barriers**. Policy Research Working Paper, set 2010. The World Bank Development Research Group Environment and Energy Team.

CHENG J. J.; TIMILSINA J. R.; Status and barriers of advanced biofuel technologies: **A review**. *Renewable Energy*. 25 mai 2011. Biological & Agricultural Engineering Department, North Carolina State University, Raleigh.

CHISTI, Y. **Biodiesel from microalgae**. *Biotechnology Advances*, v. 25, p. 249-306, 2007.

DAMASCENO, C. **Etanol de segunda geração: nova possibilidade de combustível renovável**. Disponível em: <http://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/sucroenergetico/105842-etanol-de-segunda-geracao-nova-possibilidade-de-combustivel-renovavel.html#.VFef5_nF8QU>. Acesso em: 03 nov. 2014.

DEFANTI, L.S.; SIQUEIRA, N.S.; LINHARES, P.C. **Produção de Biodiesel a partir de algas fotossintetizantes**. Bolsista de valor: revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense.2010.

FENG, Y.; LI, C.; ZHANG, D. Lipid production of *Chlorella vulgaris* cultured in artificial wastewater medium. *Bioresource Technology*, v. 102, p. 101-105, 2011.

GARCILASSO, V.; LORA, B.; GRISOLI, R.; COELHO, S. **Biocombustíveis líquidos para transporte: etanol, biodiesel e tecnologia de segunda geração**. Capítulo VIII. *O Setor Elétrico*. Ed.80. 2012.

GAZZONI, D.L. **O desafio do Biodiesel de algas**. Disponível em: <<http://www.gazzoni.eng.br/pagina40.htm>> Acesso em 10 nov. 2014.

GOLDENBERG, J. "Programa de bioenergia do estado de São Paulo". In: **Conferência Nacional de Bioenergia**. São Paulo, 2007. Org. Francisco Costa. USP – CCS – Coordenadoria de comunicação social, 2007.

LOFRANO, R.N.Z.; COSTA, F.M.F.; OLIVEIRA, L.A.F.; OLIVEIRA, M.C.A. **Métodos e Perspectivas Tecnológicas de Obtenção de Combustíveis de Primeira e Segunda Geração**. *Revista Exacta* 2013.

MATA , T.M; MARTINS, A.A.; CAETANO, N.S. Microalgae for biodiesel production and other applications: a review. *Renewable Sustainable Energy Reviews*, v. 14, p. 217-232, 2010.

MIRANDA, H. P.; CARMO, G. E.; **Agro e Biocombustíveis: O Cenário Brasileiro Atual e as Perspectivas Futuras**. Dez 2008. Universidade Federal de Viçosa.

NEWMAN, S. **Como funciona o biodiesel de algas**. Beverly Hills, California, United States. Disponível em: <<http://carros.hsw.uol.com.br/biodiesel-de-algas4.htm>> Acesso em: 01 nov. 2014.

PEREIRA, C.M.P.; HOBUSS, C.B.; MACIEL, J.V.; FERREIRA, L. R.; DEL PINO, F.B.; MESKO, M.F. Biodiesel renovável de microalgas: avanços e perspectivas tecnológicas. **Quim. Nova**, Vol. 35, No. 10, pg.2013-2018, 2012.

SEE ALGAE TECHNOLOGY. **See algae technology supplies commercial infrastructure for production of algae-based compounds**. Disponível em: <<http://www.seealgae.com>>. Acesso em: 20 nov. de 2014.

SINGH, J.; GU, S. Commercialization potential of microalgae for biofuels production. **Renewable Sustainable Energy Reviews**, v. 14, p. 2596-2610, 2010.

SUAREZ, P. A. Z.; MENEGHETTI, S. M. P.; 70º Aniversário do Biodiesel em 2007: **Evolução Histórica e Situação Atual no Brasil**. *Assuntos Gerais*, v. 30, n. 8, 2068-2071, nov 2007.

TAHER, D.M., **Biodiesel de microalgas cultivadas em dejetos suíno biodigeridos**. Dissertação de mestrado UFPR, Curitiba 2013.